

SISTEMA DISTRIBUIDO DE ALMACENAMIENTO IPFS

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA E INFORMÁTICA
CONCEPCIÓN - CHILE



**“SISTEMA DISTRIBUIDO DE ALMACENAMIENTO
IPFS”**

NINOSKA MACKARENA CASTILLO RIVAS

**PROYECTO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
TÉCNICO UNIVERSITARIO EN TELECOMUNICACIONES Y REDES**

Profesor Guía: Israel Figueroa

AGOSTO-2022

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a mi profesor Israel Figueroa, profesor que admiro mucho y que sin su guía, experiencia y buena voluntad no habría sido posible la realización de este proyecto de título.

Agradecer a mi familia, especialmente a mis hermanos Aline Castillo y Alan Castillo, quienes siempre están dispuestos a ayudarme y que con su amor me dan fuerzas para nunca rendirme.

Agradecer a mis amigos y amigas de la universidad, especialmente a Ambar Brant, Natalia Pradenas, Emilio Gómez y Matías Acevedo, por todas las risas y buenos momentos dentro y fuera de la universidad.

Y finalmente, agradecer a la Universidad técnica Federico Santa María y todo su personal por recibirme y ayudar en mi formación académica y personal.

RESUMEN

IPFS significa Sistema de Archivos Interplanetario y es un protocolo de hipermedia distribuido de código abierto, peer to peer, cuyo objetivo es funcionar como un sistema de archivos descentralizado para todos los dispositivos informáticos.

El presente proyecto titulado “Sistema distribuido de almacenamiento IPFS” tiene como propósito principal demostrar el funcionamiento, eficiencia, seguridad, y escalabilidad del sistema distribuido IPFS, además, exponer los beneficios de la implementación de un sistema IPFS. Para ello se realiza un acercamiento teórico al sistema IPFS para posteriormente instalar dicho sistema de almacenamiento en un nodo local. Este será un computador de uso diario conectado a la red y utilizando las bibliotecas proveídas por el sitio web legal de IPFS, tales como IPFS-Desktop o Go-IPFS. También, se alojará el sitio web estático “ilab.cl” en IPFS, un sitio web estático, describiendo los procedimientos y detallando las configuraciones realizadas.

Por otro lado, el funcionamiento actual de Internet no es tan descentralizado como era idealmente ni como estaba previsto que fuese. Esto se debe a que está basado en algunos protocolos obsoletos y/o a la monopolización de la red de Internet, que en su parte han llevado a una gran cantidad de problemas y mal uso de esta.

Las características y beneficios principales del Sistema de Archivos Interplanetario giran en torno a aquellos problemas asociados con el protocolo más usado en la actual Internet, el protocolo HTTP.

ABSTRACT

IPFS stands for Interplanetary File System and is an open source, peer to peer, distributed hypermedia protocol that aims to function as a decentralized file system for all computing devices.

The main purpose of this project entitled "IPFS Distributed Storage System" is to demonstrate the performance, efficiency, security, and scalability of the IPFS distributed system, as well as to expose the profits of implementing an IPFS system. For this purpose, a theoretical approach to the IPFS system is made to subsequently install the storage system in a local node. This will be a daily use computer connected to the network and using the libraries provided by the IPFS legal web site, such as IPFS-Desktop or Go-IPFS. Additionally, the static website "ilab.cl" will be hosted on IPFS, a static website, describing the procedures and detailing the configurations performed.

On the other hand, the current functioning of the Internet is not as decentralized as it was ideally or as it was intended to be. This is due to the fact that it is based on some obsolete protocols and/or the monopolization of the Internet network, which have led to a lot of problems and misuse of the Internet.

The main features and benefits of the Interplanetary File System revolve around those problems associated with the most widely used protocol on today's Internet, the HTTP protocol

GLOSARIO

API: Interfaz de programación de aplicaciones

CID: Confidencialidad, Integridad, Disponibilidad

CSS: Cascading Style Sheets

DAG: Gráficos Acíclicos Dirigidos

DDoS: Ataque de denegación de servicio

DHT: Tabla de hash distribuida.

DNS: Domain Name System.

EXE: Ejecutable

HTML: HyperText Markup Language.

HTTP: Hypertext Transfer Protocol.

IP: Internet Protocol.

IPFS: InterPlanetary File System

JS: JavaScript

P2P: Pear to pear

RAM: Random Access Memory

URL: Uniform Resource Locator.

WWW: World Wide web

INDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	2
CAPÍTULO 1: DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	3
CAPÍTULO 2: MARCO CONCEPTUAL	5
2. CONOCIMIENTOS PREVIOS	5
2.1. HTTP	5
2.2. HTML.....	5
2.3 DIRECCIÓN IP	5
2.4 URL.....	6
2.5 SERVIDOR.....	6
2.5.1 SERVIDOR WEB.....	6
2.6 DNS.....	7
2.7 NODO	7
2.8 BLOCKCHAIN	7
2.9 ANCHO DE BANDA DE RED	7
CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE SOLUCION	8
3. SISTEMA DISTRIBUIDO DE ALMACENAMIENTO	8
3.1. FUNCIONAMIENTO	8
3.1.1 DIRECCIONAMIENTO POR CONTENIDO	9
3.1.1.1 HASH CRIPTOGRAFICO	9
3.1.1.2 CARACTERISTICAS.....	10
3.1.3 TABLAS HASH DISTRIBUIDAS (DHT).....	11

SISTEMA DISTRIBUIDO DE ALMACENAMIENTO IPFS

3.2	CASOS DE USOS DE IPFS.....	12
3.3	PRINCIPALES DIFERENCIAS CON HTTP.....	13
3.4	BENEFICIOS DE USAR IPFS.....	14
3.5	BIBLIOTECAS DE IMPLEMENTACION IPFS.....	15
3.5.1	IPFS-DESKTOP.....	15
3.5.1.1	CARACTERISTICAS.....	15
3.5.1.2	EJEMPLO DE INSTALACION EN WINDOWS DE IPFS-DESKTOP.....	16
3.5.2	JS-IPFS.....	19
3.5.3	GO-IPFS.....	20
3.5.3.1	EJEMPLO DE INSTALACIÓN EN WINDOWS DE “GO-IPFS”.....	21
3.5.3.1.1	PASOS INSTALACIÓN.....	21
3.5.4	IPFS COMPANION.....	25
3.5.4.2	EJEMPLO DE INSTALACIÓN DE IPFS COMPANION EN NAVEGADOR FIREFOX ...	26
	CAPÍTULO 4: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	28
4.	ALOJAR UN SITIO WEB EN LA RED IPFS CON IPFS-DESKTOP.....	28
4.1.	VERIFICACIÓN.....	31
4.2.	MODIFICACIÓN DE SITIO WEB.....	33
	CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES.....	37
	RECOMENDACIONES.....	38
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS EN NORMA APA:.....	39

INDICE DE FIGURAS

Ilustración 1: Logo IPFS.....	8
Ilustración 2: Ejemplo funcionamiento hash.....	9
Ilustración 3: Ejemplo funcionamiento DAG.....	10
Ilustración 4: Tabla de comparación HTTP e IPFS.....	13
Ilustración 5: Vizualización de la descarga de IPFS-Desktop.....	16
Ilustración 6: Instalación IPFS-Desktop.....	17
Ilustración 7: Ubicación de instalación IPFS-Desktop.....	17
Ilustración 8: Barra de estado IPFS-Desktop.....	18
Ilustración 9: Descripción notebook.....	21
Ilustración 10: Visualización descarga Go-IPFS.....	21
Ilustración 11: CMD.....	22
Ilustración 12: CMD instalacion IPFS.....	22
Ilustración 13: CMD verificación de instalación IPFS en el Sistema.....	23
Ilustración 14: CMD inicio de IPFS en el Sistema.....	23
Ilustración 15: Interfaz web IPFS.....	24
Ilustración 16: Tienda de complementos Firefox.....	26
Ilustración 17: Ventana emergente complemento Firefox.....	27
Ilustración 18: Panel de control IPFS en Firefox.....	27
Ilustración 19: Panel de control IPFS.....	27
Ilustración 20: Descripción sitio web.....	28
Ilustración 21: Procedimiento "Agregar carpeta a IPFS".....	29
Ilustración 22: Procedimiento para compartir enlace.....	29

SISTEMA DISTRIBUIDO DE ALMACENAMIENTO IPFS

Ilustración 23: Visualización de enlace	30
Ilustración 24: Visualización iLab en IPFS	31
Ilustración 25: Descripción Smartphone	31
Ilustración 26: Verificación sitio web iLab en smartphone	32
Ilustración 27: Sitio web de prueba	33
Ilustración 28: Sitio web de prueba alojado en IPFS	34
Ilustración 29: Visualización de sitio web de prueba en la red IPFS.....	35
Ilustración 30: Visualización sitio web de prueba en smartphone.....	35
Ilustración 31: Visualización de página web de prueba modificada	36
Ilustración 32: Visualización de página web alojada en IPFS	36

INTRODUCCIÓN

Las redes tecnológicas como las conocemos hoy día en su funcionamiento han permitido un avance a gran escala a la sociedad en cuanto a desarrollo tecnológico se refiere. Uno de esos grandes avances ha sido gracias a la capacidad de almacenamiento de información. Lo que actualmente ha permitido un almacenamiento y transmisión de datos rápido, seguro y desde cualquier parte del mundo.

En ese contexto, surge InterPlanetary File System (IPFS) o en español Sistemas de Archivos Interplanetarios. Este es un sistema de almacenamiento distribuido que permite una interacción directa por medio de una red P2P segura y global.

IPFS nace de la mente de Juan Benet, programador que fundó en el año 2014 la empresa Protocol Labs. En el año 2015 Benet presentó al mundo IPFS. La idea principal es construir una red P2P que permita a quienes formen parte de esta, almacenar y distribuir información de forma completamente descentralizada a lo largo y ancho del planeta, a un menor costo económico, utilizando menos espacio de almacenamiento, libre de censura y disponible para cualquier usuario. El sistema, funciona en base a la tecnología de tabla de hash distribuida o DHT, cada archivo tiene un hash único. Al momento de descargar un archivo concreto, la pregunta a la red es: ¿Quién tiene el archivo con este hash? Y el nodo con el hash en la red IPFS te proporcionara los datos requeridos.

Actualmente HTTP es el protocolo de comunicación que rige Internet. Sin embargo, este protocolo es en gran parte centralizado, es decir, prácticamente todos los contenidos de internet están alojados en servidores webs concretos, con proveedores como AWS, Azure, entre otros. Lo que IPFS utiliza es un sistema de direccionamiento por contenido, a diferencia de HTTP que direcciona mediante ubicación, lo que permite generar beneficios en términos de calidad de servicio.

El presente proyecto aborda de manera profundizada el Sistema de Archivos Interplanetarios para posteriormente interactuar con dicho sistema, con el objetivo de instalar el servicio IPFS en un nodo local y, además, alojar una web en IPFS, aprovechando todas las ventajas de escalabilidad y disponibilidad que nos ofrece la red, demostrando su funcionamiento, ventajas y desventajas.

SISTEMA DISTRIBUIDO DE ALMACENAMIENTO IPFS

Objetivos

- Investigar diferentes bibliotecas de implementación IPFS.
- Instalar el servicio de IPFS en un nodo local.
- Utilizar el sitio web de ilab.cl como modelo para un sitio web almacenado en el sistema IPFS.
- Documentar el procedimiento paso a paso para almacenar sitios web más complejos, describiendo detalladamente las herramientas y recursos utilizados.

CAPÍTULO 1: DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Para poder navegar en internet, así como hacer uso de los múltiples servicios y plataformas que existen en el mundo, hay diferentes protocolos que nos facilitan la tarea. Algunos de ellos son fundamentales para poder conectarnos a la red.

El protocolo de transferencia de hipertexto, abreviado HTTP, es el protocolo de transferencia de información más utilizado en la Internet. En este, el contenido es accedido mediante su ubicación, a través de una URL que lleve a acceder a la información requerida. Este protocolo presenta diferentes problemas:

- Debido a que el contenido se encuentra en un único punto accedido mediante URL, los servidores deben estar capacitados para recibir altos niveles de tráfico, lo que en ocasiones puede generar problemas de latencia debido a sobrecarga en la conexión al servidor. En caso de que el servidor no esté disponible o falle, no se puede acceder a los datos.
- La alta volatilidad de la información en la red genera que información se pierda para siempre, generando inconsistencias en los direccionamientos por ubicación.
- HTTP descarga archivos de un ordenador específico y que puede estar en otro punto del planeta. Los sistemas P2P como IPFS permiten obtener trozos de dicho archivo de múltiples ordenadores simultáneamente, permitiendo distribuir altas cantidades de información de forma eficiente.
- Hoy en día es posible encontrar una enorme cantidad de archivos duplicados en multitud de servidores y sitios web, lo que resulta en un derroche de almacenamiento. En IPFS, los archivos están referenciados por su hash y por lo tanto no puede existir dos veces el mismo archivo en la red. Si el sistema detecta que el archivo ya existe a partir de su hash, no es necesario volver a subirlo.
- La centralización trae consigo controles y censuras impuestas durante años por gobiernos y quienes controlan las plataformas y servidores existentes hoy en día. Esto no permite que la información llegue a todas partes y de manera igualitaria. IPFS mantiene la visión original con la que nació la Internet, la cual tenía como objetivo ser un sistema descentralizado, permitiendo la posibilidad de participar a todo el que quiera sin límites ni restricciones.
- La arquitectura del internet actual, que está monopolizada por plataformas como Google, Amazon, Youtube y Facebook trae consigo una práctica que se ha extendido en toda la Internet y se ha hecho muy común, esta obliga a los usuarios a ceder el control de sus datos para hacer uso de portales, aplicaciones o redes

SISTEMA DISTRIBUIDO DE ALMACENAMIENTO IPFS

sociales, ya que la mayoría de estos proveedores de servicios utilizan herramientas de almacenamiento en la nube que son centralizadas. Esto expone a los usuarios a una mala gestión de la información, donde sus datos pueden ser vendidos o incluso filtrados.

Es por ello por lo que el principal objetivo de esta memoria es demostrar el potencial de IPFS, argumentando de manera enfática el por qué este sistema es una buena alternativa para comenzar a reemplazar a HTTP y dar solución a los problemas mencionados anteriormente, para ello se explicará el funcionamiento del sistema de archivos interplanetario, sus usos y ventajas ante su principal competencia: HTTP, el protocolo actual más usado del mundo.

CAPÍTULO 2: MARCO CONCEPTUAL

2. CONOCIMIENTOS PREVIOS

Para comprender el funcionamiento de IPFS es necesario entender cómo funciona la internet y cómo es qué actualmente accedemos al contenido alojado en la web, es por ello por lo que es primordial enfatizar en algunos conceptos tales como HTTP, HTML, IP, URL entre otros.

2.1. HTTP

El protocolo de transferencia de hipertexto es el protocolo de comunicación que utiliza el navegador para acceder a una página web. HTTP se basa en sencillas operaciones de solicitud/respuesta.

Un cliente establece una conexión con un servidor web y envía un mensaje con los datos de la solicitud. El servidor responde con un mensaje similar, que contiene el estado de la operación y su posible resultado. Todas las operaciones pueden adjuntar un objeto o recurso sobre el que actúan; cada objeto Web es conocido por su URL.

2.2. HTML

El Lenguaje de marcas de Hipertexto es el lenguaje estandarizado para la creación de páginas web, es un lenguaje muy sencillo que permite describir hipertexto, es decir, texto presentado de forma estructurada y agradable a la vista, con enlaces que conducen a otros documentos o fuentes de información relacionadas, y con inserciones multimedia (gráficos, imágenes, sonido, etc). La descripción se basa en especificar en el texto la estructura lógica del contenido (títulos, párrafos de texto normal, enumeración, citas, etc) así como los diferentes efectos que se quieren dar.

El programa encargado de interpretar este lenguaje es el *browser* o navegador web como lo son Opera, Google Chrome, Microsoft Edge, entre otros.

2.3 DIRECCIÓN IP

IP son las iniciales de Internet Protocol, este es un conjunto de números, únicos e irrepetibles, que identifica de manera lógica y jerárquica a todo dispositivo electrónico capaz de conectarse a una red.

Una dirección IP es una forma más sencilla de comprender números muy grandes, esta es un conjunto de cuatro números del 0 al 255 separado por puntos y cumple la función de dar una identificación en la red al dispositivo conectado.

Por ejemplo, la dirección actual de mi computadora es: 181.162.1.173

2.4 URL

El localizador uniforme de recurso es una secuencia de caracteres, de acuerdo a un formato estándar, que se usa para nombrar recursos, como documentos e imágenes en Internet, por su localización.

La URL es una sucesión de caracteres con la cual se asigna una dirección única a cada uno de los recursos de información disponibles en Internet. Existe un URL único para cada página de cada uno de los documentos de la *World Wide Web*. En palabras simples es la dirección web, compuesta de números, letras y signos que ingresamos en el navegador para ir a un sitio alojado en la web.

Por ejemplo: "<https://ilab.cl>"

2.5 SERVIDOR

Se define como servidor a un computador o al conjunto de computadores que forma parte de una red informática y proveen determinados servicios al resto de los computadores conectados a la misma(cliente). Dicho computador debe contar con una aplicación específica capaz de atender las peticiones de los distintos clientes y brindarles respuesta oportuna, por lo que en realidad dentro de una misma computadora física (hardware) pueden funcionar varios servidores simultáneos (software), siempre y cuando cuenten con los recursos logísticos necesarios.

Existen diversas funciones o servicios que pueden prestar los servidores, tales como: Servidores de archivos, servidores de correo, servidores de Proxy, Servidor DNS, Servidores Web, entre otros.

Los servidores comúnmente suelen ser computadores de alta gama, dotados de la capacidad de procesamiento necesaria para atender numerosas solicitudes de los clientes en el menor tiempo posible.

2.5.1 SERVIDOR WEB

Se define como servidor web al programa informático que intermedia entre el servidor, en el que están alojados los datos solicitados por un cliente, y su propio computador. Su función principal es alojar contenidos web como documentos HTML, textos, sonidos, imágenes, scripts, entre otros.

Por ejemplo, al teclear www.usm.cl en nuestro navegador web, éste realiza una petición HTTP al servidor de dicha dirección. El servidor responde al cliente

enviando el código HTML de la página; el cliente, una vez recibido el código, lo interpreta y lo exhibe en pantalla. Como vemos con este ejemplo, el cliente es el encargado de interpretar el código HTML, es decir, de mostrar las fuentes, los colores y la disposición de los textos y objetos de la página; el servidor tan sólo se limita a transferir el código de la página sin llevar a cabo ninguna interpretación de esta.

2.6 DNS

El sistema de nombres de dominio es un conjunto de protocolos y servicios que permiten a los usuarios conectarse a sitios web usando nombres de dominio en lugar de direcciones IP, en otras palabras, traduce los nombres de dominios en IP y viceversa. Esto con la finalidad de facilitar el acceso a un sitio web ya que un nombre de dominio es bastante más fácil de recordar que una dirección IP.

2.7 NODO

Un nodo es un punto de intersección, conexión o unión de varios elementos que convergen en el mismo lugar.

2.8 BLOCKCHAIN

La cadena de bloques, más conocida por el término en inglés *blockchain*, es un sistema de transferencia digital basado en la distribución de la información en una multitud de nodos independientes (Dispositivos de usuarios) que registran y validan dicha información de forma anónima, eliminando intermediarios e impidiendo que la información pueda ser borrada.

2.9 ANCHO DE BANDA DE RED

Ancho de banda de red es la medida de datos y recursos de comunicación disponible o consumida expresados en bit/s o múltiplos de él como serían los Kbit/s, Mbit/s y Gigabit/s. Es decir, es el volumen de información que se puede enviar a través de una conexión de red en una cantidad medida de tiempo.

CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE SOLUCION

3. SISTEMA DISTRIBUIDO DE ALMACENAMIENTO

Es un conjunto de protocolos y tecnologías que permiten el almacenamiento de datos, de cualquier formato digital, tales como imágenes, videos, documentos, audios, textos, códigos HTML, CSS, JavaScript e incluso páginas web entre otros, con la principal característica que dicha información se almacena de manera descentralizada, es decir sin la participación de un servidor, por lo que la comunicación se establece directamente entre los clientes, lo que permite ahorrar costos y memoria de almacenamiento.



Ilustración 1: Logo IPFS
Fuente: Wikipedia

3.1. FUNCIONAMIENTO

Al visitar una web en Internet en la actualidad, lo que el navegador realiza, en palabras simples, es lo siguiente:

- a) Toma la URL o dirección web y realiza una consulta DNS, para saber en qué dirección IP está ubicado ese servidor.
- b) Una vez tiene la dirección IP, el navegador realiza una petición de información al servidor y comienza a descargar la información.
- c) Finalmente nos muestra la información de la URL que hemos indicado.

Una solicitud HTTP se vería como: `http://10.20.30.40/carpeta/file.txt`

Una solicitud de IPFS se vería como: `/ipfs/QmT5NvUtoM5n/carpeta/file.txt`

En IPFS hay 3 procesos fundamentales que logran su correcto funcionamiento:

- a) Identificación única mediante direccionamiento de contenido
- b) Vinculación de contenido a través de gráficos acíclicos dirigidos (DAG)
- c) Descubrimiento de contenido a través de tablas hash distribuidas (DHT)

3.1.1 DIRECCIONAMIENTO POR CONTENIDO

IPFS utiliza el direccionamiento por contenido, es decir, cada vez que realizamos una búsqueda en IPFS, debemos decirle al sistema qué buscamos en lugar de decirle donde buscarlo.

Todo contenido alojado en la red IPFS tiene un identificador de contenido el cual corresponde a su hash

3.1.1.1 HASH CRIPTOGRAFICO

Es un algoritmo matemático que transforma cualquier bloque arbitrario de datos en una nueva serie de caracteres con una longitud fija. Independientemente de la longitud de los datos de entrada, valor hash de salida tendrá siempre la misma longitud.

El valor depende del algoritmo hash utilizado, IPFS utiliza el algoritmo SHA-256 el cual crea un hash de 256 bits.

Los hashes pueden ser representados en diferentes bases como base2, base16, base32, etc. IPFS tiene la ventaja de admitir múltiples representaciones de bases al mismo tiempo, esto debido a que utiliza el protocolo Multibase.

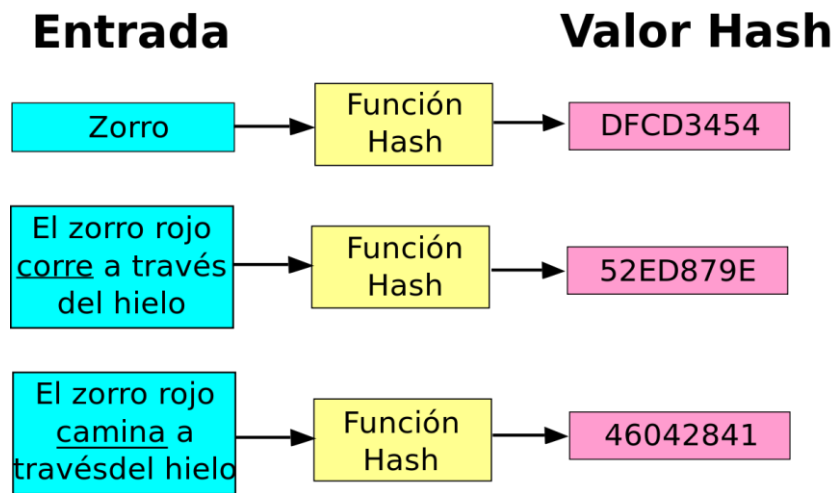


Ilustración 2: Ejemplo funcionamiento hash

Fuente: Wikipedia

3.1.1.2 CARACTERÍSTICAS

Único: Cada contenido tiene un hash único, no existe un mismo hash para dos contenidos diferentes.

Unidireccional: Resulta difícil y poco factible adivinar o calcular el mensaje de entrada a partir de su hash.

Determinista: El mismo mensaje de entrada siempre devuelve exactamente el mismo hash de salida.

No correlacionado: Si se le realiza un cambio al archivo, por más mínimo que sea entonces se genera un hash completamente diferente.

Este algoritmo, gracias a sus características, ofrece un alto nivel de seguridad, lo que lo hace perfecto para IPFS ya que cumple la función de proteger y codificar de forma segura la información.

3.1.2 GRÁFICOS ACÍCLICOS DIRIGIDOS (DAG)

Un Directed Acyclic Graph o Grafo Acíclico Dirigido (DAG), es un tipo de grafo por el cual se puede representar una serie de datos relacionados entre sí. Estos datos se presentan visualmente como un conjunto de nodos. Cada uno de estos nodos, representa un determinado conjunto de datos dentro de todo un grupo. Simultáneamente, estos nodos están conectados por líneas, que representan el flujo de datos de un punto a otro dentro del grafo.

Cada nodo se conoce como un "vértice" y cada línea se conoce como "borde". Se llama "Dirigido" ya que cada borde tiene una dirección definida. Por lo que cada borde necesariamente representa un flujo de datos direccional único de un vértice a otro. Por otra parte, el término "Acíclico" significa que no hay bucles o ciclos en el gráfico. Esto significa que, para cualquier vértice dado, si sigue un borde que conecta ese vértice con otro, no hay camino en el gráfico para volver a ese vértice inicial.

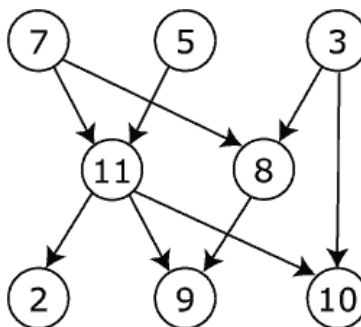


Ilustración 3: Ejemplo funcionamiento DAG

Fuente: Wikipedia

La red IPFS está estructurada con Merkle DAG, este es un DAG en el que cada nodo tiene un identificador y para construir una representación Merkle DAG del contenido, IPFS lo divide primero en bloques. Esto tiene como ventaja que diferentes partes del archivo pueden provenir de diferentes nodos y autenticarse rápidamente. Por ejemplo, si se actualiza una página web, solo los archivos actualizados reciben nuevas direcciones de contenido. La versión anterior y la nueva versión del sitio web pueden compartir los mismos bloques para todo lo demás. Esto permite que la transferencia de grandes conjuntos de datos sea más eficiente porque solo necesita transferir las partes que son nuevas o que han cambiado en lugar de crear bloques completamente nuevos cada vez.

El DAG de IPFS está diseñado para permitir un redireccionamiento de contenidos y de búsqueda entre los nodos más eficiente. No solo eso, un Merkle DAG permite la creación de historiales de cambio que permiten rastrear el cambio individual de los archivos en distintos momentos, permitiéndonos navegar por los mismo sin problemas. De esta forma, podemos preservar no solo la última versión de una web, sino su historial completo desde que inició hasta su momento más actual.

3.1.3 TABLAS HASH DISTRIBUIDAS (DHT)

Una tabla hash distribuida es una estructura de datos que asocia llaves o claves con valores. Es la encargada de permitir crear un índice de búsqueda global de nodos para toda la red distribuida, asegurándose que el contenido de la red no esté duplicado y permitiendo redireccionar las búsquedas a los nodos correctos para que podamos acceder a la información cuando queramos.

La finalidad principal de la DHT es encontrar qué pares(nodos) alojan el contenido solicitado, cumpliendo la función de enrutamiento de contenido en IPFS.

La principal ventaja de un DHT es que se pueden agregar o eliminar nodos con un trabajo mínimo en torno a la redistribución de claves. Es decir, una vez que se agrega un nodo a la red, este encuentra un lugar en el grupo para ubicarse entre otros dos nodos(vecinos), y asume la responsabilidad de algunas de las claves en sus nodos vecinos. El beneficio de esto es que ningún nodo en el grupo se ve afectado, solo los vecinos, los cuales tienen que redistribuir sus claves.

En pocas palabras, DHT crea una enorme biblioteca de hashes únicos e irrepetibles que nos permite realizar una búsqueda rápida del contenido que deseamos.

IPFS utiliza DHT basado en el protocolo Kademlia.

3.2 CASOS DE USOS DE IPFS

Algunos casos de usos destacables de IPFS son:

Wikipedia: Es una enciclopedia digital libre y gratuita. Usó IPFS para crear un espejo de su sitio web, lo que permite acceder a Wikipedia desde lugares donde está censurada. Esta versión archivada de Wikipedia es una copia limitada e inmutable y no se puede actualizar.

OpenBazaar: Es una plataforma de comercio electrónico de igual a igual en la que compradores y vendedores pueden participar de forma anónima y privada sin que los proveedores, cualquier otra autoridad central o hackers recopilen o roben la información personal.

Filecoin: Es un proyecto desarrollado por Juan Benet y Protocol Labs que utiliza IPFS para crear una nube de almacenamiento cooperativo basada en IPFS. Es decir, Filecoin ofrece a los usuarios la posibilidad de alquilar espacio de almacenamiento en los ordenadores de los usuarios de esta red, los cuales obtienen recompensas económicas por almacenar estos datos y reforzar su ciberseguridad.

Audius: Es una plataforma para compartir música y audios, diseñada para proveer una experiencia directa entre artistas y oyentes. Al utilizar IPFS los artistas tienen el control de su propia música. Esta plataforma es completamente resistente a la censura y libre de expresión, además brinda a todos los usuarios la libertad de compartir, monetizar y escuchar cualquier audio gracias a IPFS.

Brave: Es el primer navegador que ofrece una integración nativa de IPFS lo que permite a los usuarios navegar por una web descentralizada. Para acceder al contenido directamente desde IPFS los usuarios lo pueden hacer a través de una puerta de enlace o instalando un nodo IPFS con un solo clic.

D.tube: Es una web muy similar a Youtube, en otras palabras, es una plataforma dedicada a compartir videos. Sin embargo, es una red completamente descentralizada ya que esta alojada en el sistema IPFS, lo que permite a los usuarios usarla sin censura, de manera gratuita y siendo ellos mismos los que tienen el control del contenido y no un tercero.

3.3 PRINCIPALES DIFERENCIAS CON HTTP

HTTP	IPFS
Utiliza un enfoque de servidor-cliente centralizado	Utiliza un enfoque descentralizado de igual a igual
Los datos se solicitan utilizando la dirección en la que se alojan los datos	Los datos se solicitan utilizando el hash criptográfico de esos datos
No se puede acceder a los datos si el servidor está inactivo, falla o se rompe algún enlace	Los datos se almacenan en varios nodos, por lo que se puede acceder a ellos siempre
El ancho de banda proporcionado es bajo, ya que varios clientes solicitan de un solo servidor al mismo tiempo	El ancho de banda es alto, ya que los datos se solicitan al par más cercano que tenga los datos
Está establecido como el protocolo estándar de la industrial de la Internet	Es relativamente nuevo por lo mismo no es popular
Está incorporado en casi todas las máquinas	Para ejecutarse debe acceder a él mediante el portal HTTP a IPFS o configurar manualmente un nodo IPFS en su máquina

Ilustración 4: Tabla de comparación HTTP e IPFS

Fuente: Elaboración del autor

3.4 BENEFICIOS DE USAR IPFS

Alta disponibilidad: El contenido almacenado en la red IPFS estará siempre disponible si los usuarios así lo desean. Esto se debe a que los datos se almacenan varias veces en diferentes nodos, si uno falla es posible utilizar otro. Por otra parte, es sabido que un error en un servidor, el abandono del mantenimiento de este o una mala redirección puede hacer que el contenido alojado en él se pierda. Sin embargo, la tecnología IPFS al no utilizar servidores no tiene este problema, manteniendo así siempre disponible la información para los clientes.

Resistencia a la censura: IPFS, al no utilizar servidores, no depende de terceras organizaciones o grandes compañías de internet por lo que el control del acceso al contenido está en las manos de los mismos usuarios en todo momento. Por ende, cualquier control o regulación que deseen imponer en Internet entidades regulatorias, empresas poderosas o incluso el gobierno resulta casi imposible. Por ejemplo, Google Drive es capaz de analizar lo que escribes y almacenas en sus servidores, y en caso de encontrar algo que no cumpla con sus reglamentos y condiciones simplemente lo eliminarán de sus servidores, sin dar el derecho a resguardar dicha información en otro medio. Situación que es inexistente en la red IPFS.

Velocidad de procesamiento y almacenamiento de archivos: En el caso del protocolo IPFS, la petición de datos se realiza a través del direccionamiento por contenido y un hash criptográfico, resultando más eficiente que el direccionamiento por localización. Al solo depender de un hash la búsqueda de los archivos se vuelve mucha más rápida, esto gracias a que al sistema no le importa dónde está el archivo o quien lo tiene, solo le importa encontrar el hash solicitado el cual es único y exclusivo para cada contenido.

Menos costos económicos: IPFS no requiere servidores y el uso de ellos o el arriendo de este conlleva grandes costos económicos ya que estos utilizan hardware mucho más potente que un PC básico de uso cotidiano. Esto debido a que deben prometer confiabilidad, redundancia y escalabilidad para el almacenamiento de grandes cantidades de información. Los altos costos de dichos equipos y sus componentes corresponden a que deben estar prendidos todo el día e incluso años o hasta que su vida útil se acabe, resistir altas y bajas temperaturas e incluso desastres naturales sin dañarse, procesar información de manera múltiple y almacenar una gran cantidad de contenido, por lo mismo también representa un gran costo la mantención de ellos.

Seguridad: El sistema IPFS se encarga de fragmentar los archivos de los usuarios y distribuirlos en varios nodos de la red, por lo que no existe un único punto de falla donde hackers puedan acceder para robar datos personales. Por lo mismo IPFS es

bastante resistente a los ataques DDoS, Estos ataques se basan principalmente en bombardear servidores para derribar sitios web o servicios. Sin embargo, al subir la información distribuida en varios nodos, un ataque DDoS efectivo tendría que encontrarlos y atacar a todos ellos, lo que dificulta el trabajo del atacante. También, al no utilizar un servidor no corre el riesgo de que si este es atacado o *hackeado* se pierda la información contenida o se *caigan* los sitios web alojados en él.

Por otro lado, al ser un sistema de software libre, cualquier persona o grupo de desarrolladores puede agregar funciones de cifrado a la red, permitiendo anonimizar datos e incluso agregar criptografía avanzada para proteger los mismos de accesos no autorizados o personas malintencionadas.

3.5 BIBLIOTECAS DE IMPLEMENTACION IPFS

3.5.1 IPFS-DESKTOP

La primera opción disponible es IPFS-Desktop, una aplicación de código abierto, oficial del sitio web de IPFS. Permite crear nodos IPFS en el equipo, cargar y administrar archivos, administrar los pares y explorar el contenido.

Su interfaz permite una fácil administración de la red desde los accesos directos de la bandeja de herramienta sin necesidad de tocar el terminal o la consola de su equipo.

Además, es multiplataforma, es decir, está disponible para diferentes sistemas operativos.

Actualmente se encuentra en su última versión 0.16.0. y es posible descargarla del sitio web www.github.com

3.5.1.1 CARACTERISTICAS

- Inicio automático del servicio: Inicio del nodo al iniciar el sistema operativo.
- Consulta de información de nodo: Cantidad de datos compartidos, ID de nodo, ubicación del nodo, ancho de banda utilizado, velocidad de enlace ascendente, velocidad de bajada, dirección de mapeo del puerto IP.
- Carga y gestión rápida de archivos: incluye accesos directos en el icono de un archivo/ carpeta y una función en Windows que permite arrastrar y soltar el archivo o carpeta en la aplicación para cargar. Además, el explorador de archivos ofrece accesos directos rápidos para cambiar el nombre, mover o fijar los archivos

y carpetas. Copiar el ID del contenido o enlaces para compartir en el portapapeles también es una de las tantas funciones incluidas en esta aplicación.

- Mapa de nodos: visualiza sus pares IPFS en todo el mundo en un mapa que muestre a qué nodos está conectado, dónde están, las conexiones que están usando y más.

3.5.1.2 EJEMPLO DE INSTALACION EN WINDOWS DE IPFS-DESKTOP

a) Descargar el archivo .exe del sitio web de descargas de IPFS, el cual su URL es:

<https://github.com/ipfs/ipfs-desktop/releases>

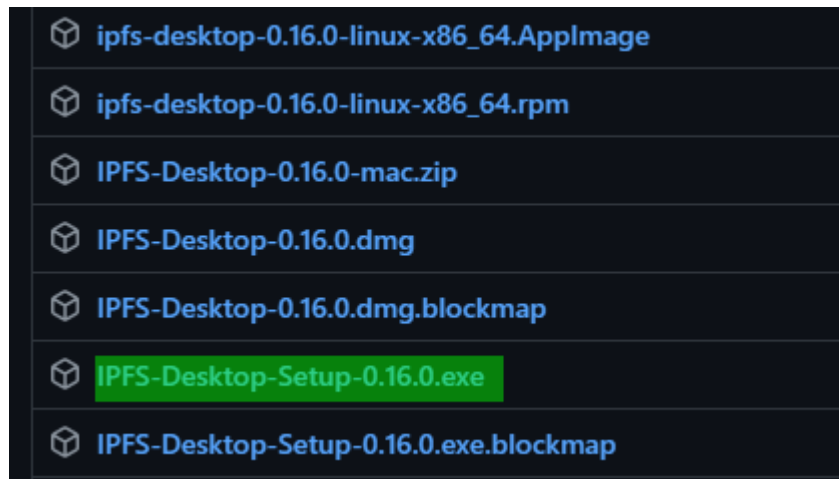


Ilustración 5: Vizualización de la descarga de IPFS-Desktop

Fuente: Elaboración propia del autor

b) El siguiente paso es ejecutar el archivo .exe para comenzar la instalación de IPFS-desktop.

SISTEMA DISTRIBUIDO DE ALMACENAMIENTO IPFS

- c) Seleccione si desea instalar la aplicación solo para usted o para todos los usuarios de la computadora. Una vez seleccionado haga clic en siguiente:

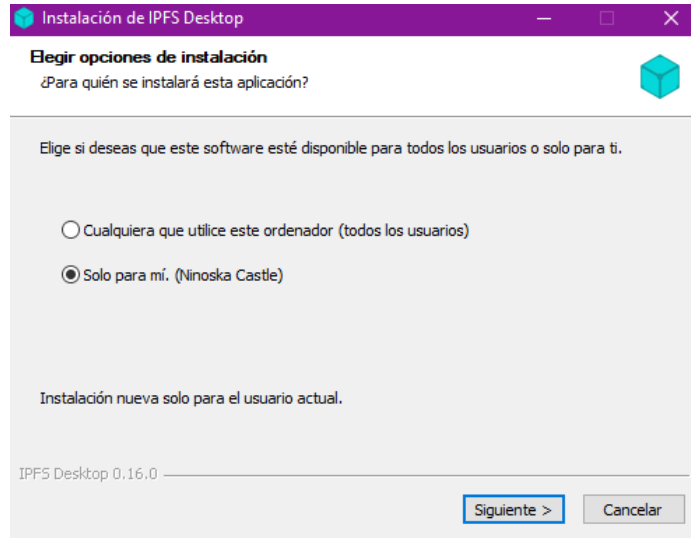


Ilustración 6: Instalación IPFS-Desktop
Fuente: Elaboración propia del autor

- d) Seleccione la ubicación de instalación de la aplicación. Haga clic en instalar:

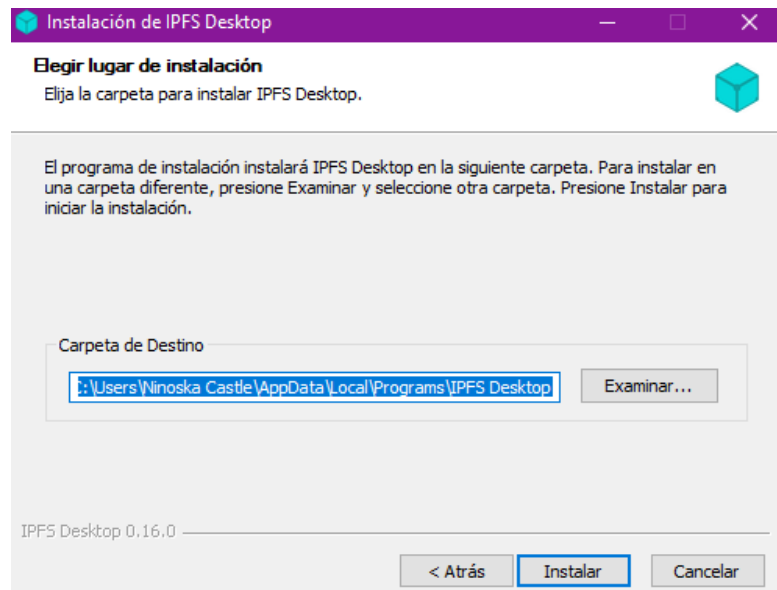


Ilustración 7: Ubicación de instalación IPFS-Desktop
Fuente: Elaboración propia del autor

SISTEMA DISTRIBUIDO DE ALMACENAMIENTO IPFS

- e) Espere a que termine la instalación y haga clic en finalizar. Una vez finalizada la instalación ya puede encontrar el icono de IPFS en su escritorio y la barra de estado.

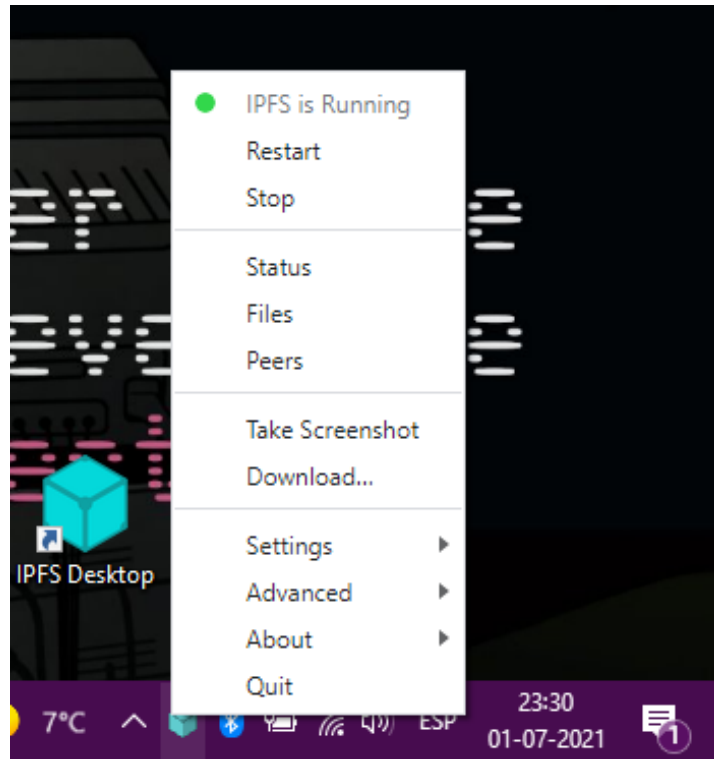


Ilustración 8: Barra de estado IPFS-Desktop

Fuente: Elaboración propia del autor

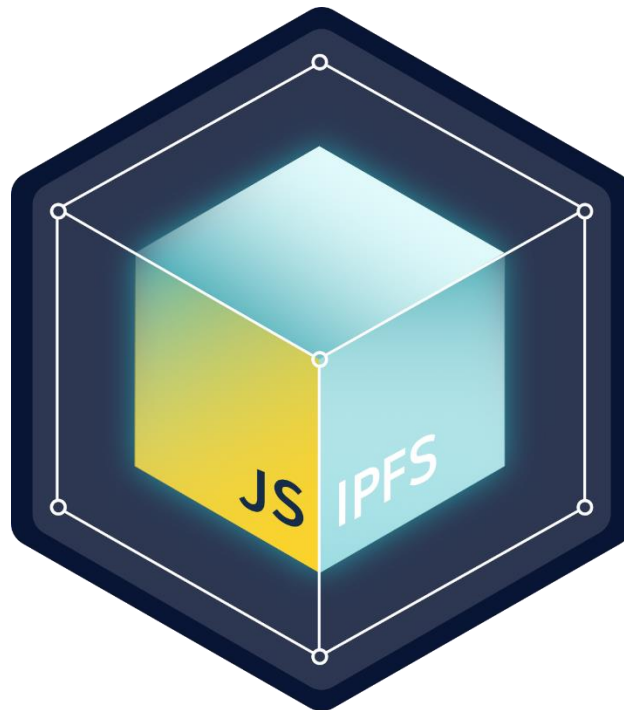
3.5.2 JS-IPFS

JS-IPFS es una biblioteca IPFS compatible con JavaScript que funciona en Node.js y en navegadores web modernos. Se puede usar como una aplicación de línea de comandos o como una biblioteca para iniciar un nodo IPFS directamente del programa.

Permite combinar IPFS y JavaScript, el lenguaje de programación web más usado en la red encargado de dotar de mayor interactividad y dinamismo a las páginas webs.

Dentro de sus características principales es posible destacar que cuenta con todas las funciones y beneficios del protocolo IPFS, además, es compatible con PubSub lo que permite que los nodos IPFS pueden crear topologías de red basadas en temas de interés para transmitir eventos en tiempo real.

Actualmente la biblioteca se encuentra en la version V0.52.0 en estado *Alpha*, es decir, aun está en fase de prueba, por lo que no ha sido auditada por especialistas en seguridad, es por ello que no debe usarse para almacenar, compartir o publicar información confidencial.



3.5.3 GO-IPFS

Go-IPFS es la implementación de referencia principal de IPFS, es decir, es el estándar del cual se derivan otras implementaciones y alteraciones.

Es una aplicación de línea de comandos, que también se puede utilizar como biblioteca en otros programas que utilicen el lenguaje de programación, de código abierto, Go.

Actualmente se encuentra en su versión v0.9.1 y es compatible con los sistemas operativos Windows, Mac OS y Linux.

La descarga del binario incluye:

- Una implementación central de IPFS.
- Un servidor residente(daemon) IPFS.
- Extensas herramientas de línea de comando.
- Una API HTTP para controlar el nodo.
- Una puerta de enlace HTTP para servir contenido a los navegadores HTTP

3.5.3.1 EJEMPLO DE INSTALACIÓN EN WINDOWS DE “GO-IPFS”

<u>Descripción del dispositivo en el cual se instalará GO-IPFS</u>	
Marca	Acer
Modelo	Aspire-3 A315-41
Procesador	Ryzen 5 3500U
Ram	8GB
Sistema Operativo	Windows 10 Home Single Lenguaje 64bits

Ilustración 9: Descripción notebook
Fuente: Elaboración propia del autor

3.5.3.1.1 PASOS INSTALACIÓN

- a) Acceder a <https://dist.ipfs.io/#go-ipfs> y descargar el binario correspondiente a nuestro sistema operativo, en este caso Windows de 64bits.

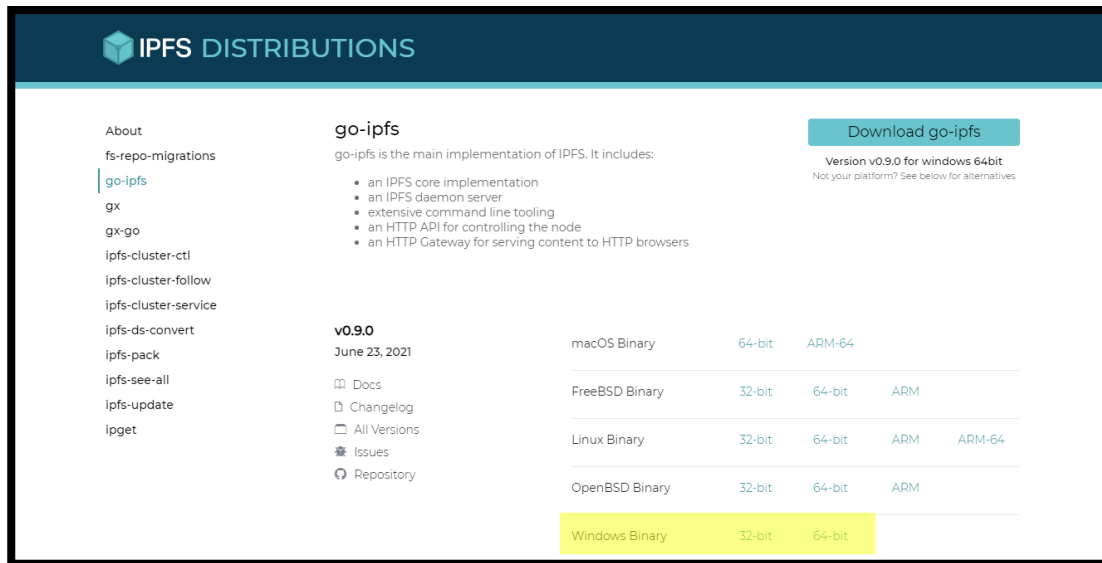
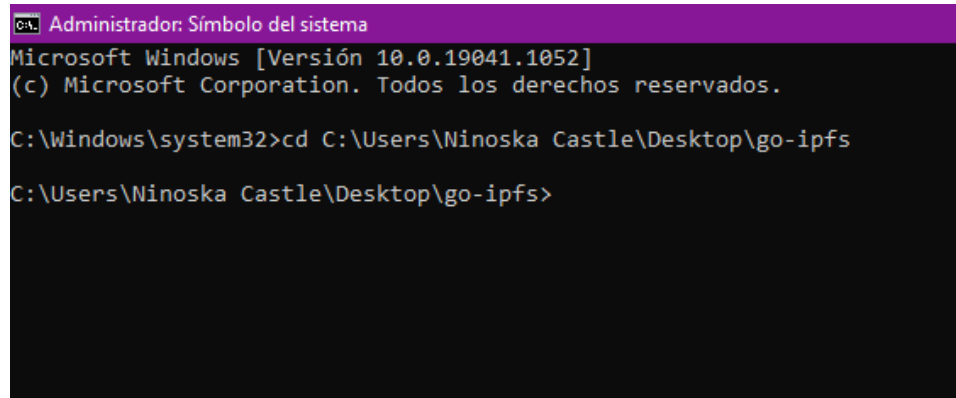


Ilustración 10: Visualización descarga Go-IPFS
Fuente: Elaboración propia del autor

SISTEMA DISTRIBUIDO DE ALMACENAMIENTO IPFS

- b) Ejecutar “símbolo del sistema” o CMD de Windows con permisos de administrador. Una vez abierto, ejecutar el comando `cd` junto a la dirección de la carpeta contenedora de go-ipfs



```
CA: Administrador: Símbolo del sistema
Microsoft Windows [Versión 10.0.19041.1052]
(c) Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

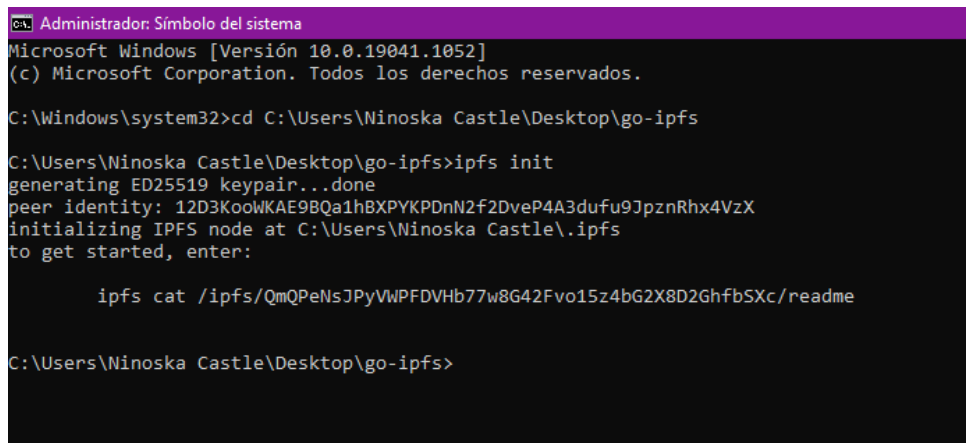
C:\Windows\system32>cd C:\Users\Ninoska Castle\Desktop\go-ipfs

C:\Users\Ninoska Castle\Desktop\go-ipfs>
```

Ilustración 11: CMD

Fuente: Elaboración propia del autor

- c) Ejecutar el comando `ipfs init` para instalar IPFS en el sistema.



```
CA: Administrador: Símbolo del sistema
Microsoft Windows [Versión 10.0.19041.1052]
(c) Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Windows\system32>cd C:\Users\Ninoska Castle\Desktop\go-ipfs

C:\Users\Ninoska Castle\Desktop\go-ipfs>ipfs init
generating ED25519 keypair...done
peer identity: 12D3KooWKAE9BQa1hBXPYKPDnN2F2DveP4A3dufu9JpznRhx4VzX
initializing IPFS node at C:\Users\Ninoska Castle\.ipfs
to get started, enter:

    ipfs cat /ipfs/QmQPeNsJPYVWPFVHb77w8G42Fvo15z4bG2X8D2Ghfb5Xc/readme

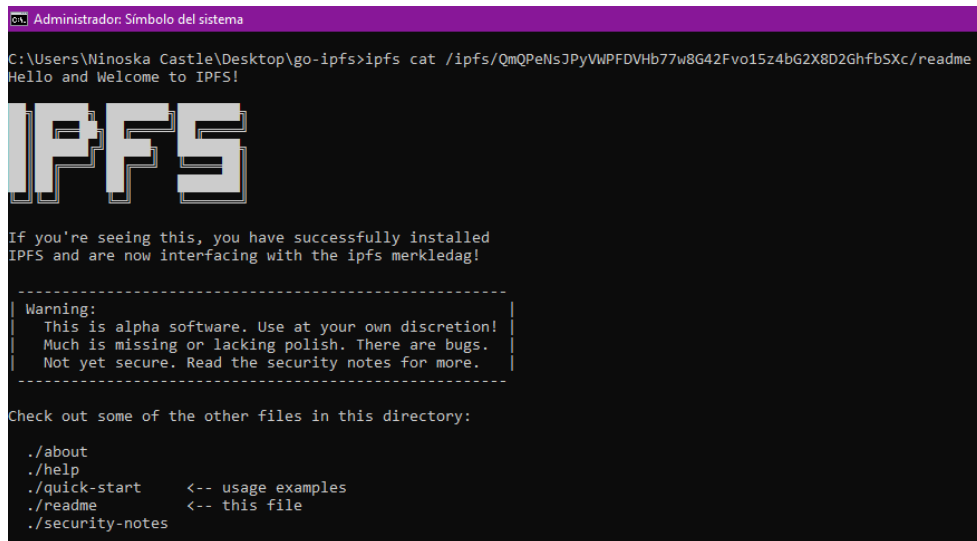
C:\Users\Ninoska Castle\Desktop\go-ipfs>
```

Ilustración 12: CMD instalacion IPFS

Fuente: Elaboración propia del autor

SISTEMA DISTRIBUIDO DE ALMACENAMIENTO IPFS

- d) Una vez termine la instalación se mostrará una dirección con la siguiente estructura: `ipfs cat /ipfs/<HASH>/readme`
Donde <HASH> corresponde a un conjunto de números y letras único.
- e) Para verificar que IPFS esté instalado en nuestro sistema solo basta con ingresar la dirección que incluye nuestro hash y aparecerá el siguiente mensaje:



```
Administrator: Símbolo del sistema
C:\Users\Ninoska Castle\Desktop\go-ipfs>ipfs cat /ipfs/QmQPeNsJPYVWPFVHb77w8G42Fvo15z4bG2X8D2GhfbSXc/readme
Hello and Welcome to IPFS!

IPFS

If you're seeing this, you have successfully installed
IPFS and are now interfacing with the ipfs merkledag!

-----
Warning:
This is alpha software. Use at your own discretion!
Much is missing or lacking polish. There are bugs.
Not yet secure. Read the security notes for more.
-----

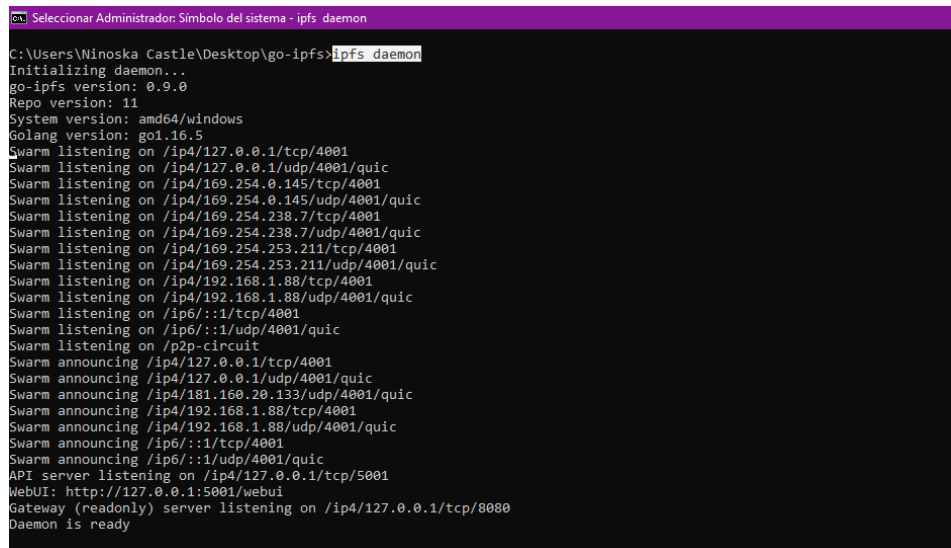
Check out some of the other files in this directory:

./about
./help
./quick-start    <-- usage examples
./readme        <-- this file
./security-notes
```

Ilustración 13: CMD verificación de instalación IPFS en el Sistema

Fuente: Elaboración propia del autor

- f) Para inicializar IPFS en nuestro sistema es necesario ejecutar el comando `ipfs daemon`



```
Seleccionar Administrador Símbolo del sistema - ipfs daemon
C:\Users\Ninoska Castle\Desktop\go-ipfs>ipfs daemon
Initializing daemon...
go-ipfs version: 0.9.0
Repo version: 11
System version: amd64/windows
Golang version: go1.16.5
Swarm listening on /ip4/127.0.0.1/tcp/4001
Swarm listening on /ip4/127.0.0.1/udp/4001/quic
Swarm listening on /ip4/169.254.0.145/tcp/4001
Swarm listening on /ip4/169.254.0.145/udp/4001/quic
Swarm listening on /ip4/169.254.238.7/tcp/4001
Swarm listening on /ip4/169.254.238.7/udp/4001/quic
Swarm listening on /ip4/169.254.253.211/tcp/4001
Swarm listening on /ip4/169.254.253.211/udp/4001/quic
Swarm listening on /ip4/192.168.1.88/tcp/4001
Swarm listening on /ip4/192.168.1.88/udp/4001/quic
Swarm listening on /ip6:::1/tcp/4001
Swarm listening on /ip6:::1/udp/4001/quic
Swarm listening on /p2p-circuit
Swarm announcing /ip4/127.0.0.1/tcp/4001
Swarm announcing /ip4/127.0.0.1/udp/4001/quic
Swarm announcing /ip4/181.160.20.133/udp/4001/quic
Swarm announcing /ip4/192.168.1.88/tcp/4001
Swarm announcing /ip4/192.168.1.88/udp/4001/quic
Swarm announcing /ip6:::1/tcp/4001
Swarm announcing /ip6:::1/udp/4001/quic
API server listening on /ip4/127.0.0.1/tcp/5001
WebUI: http://127.0.0.1:5001/webui
gateway (readonly) server listening on /ip4/127.0.0.1/tcp/8080
Daemon is ready
```

Ilustración 14: CMD inicio de IPFS en el Sistema

Fuente: Elaboración propia del autor

SISTEMA DISTRIBUIDO DE ALMACENAMIENTO IPFS

Cuando veamos el mensaje “Daemon is ready” ya estaremos conectados a la red IPFS y podremos navegar por ella, cabe destacar que no se debe cerrar la ventana de CMD que tenemos abierta mientras queramos utilizar el sistema IPFS.

- g) Para acceder a la interfaz web de IPFS la cual muestra el estado de nuestra conexión debe ingresar la siguiente dirección en su navegador web:

localhost:5001/webui

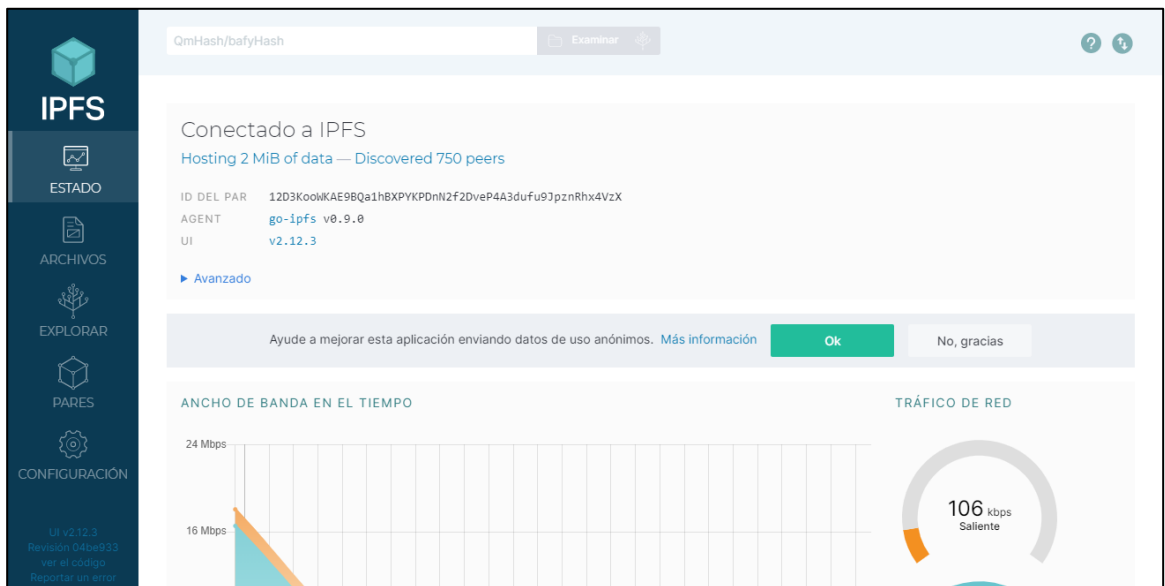


Ilustración 15: Interfaz web IPFS
Fuente: Elaboración propia del autor

3.5.4 IPFS COMPANION

IPFS Companion es un complemento o extensión para navegadores web, este permite interactuar con nodos IPFS instalados en la maquina local, por lo que es necesario tener previamente un nodo IPFS instalado en el computador en el cual desea instalar IPFS Companion.

El complemento está disponible para los navegadores Brave, Google Chrome, Microsoft Edge, Firefox y Opera y su instalación es rápida y sencilla.

3.5.4.1 CARACTERISTICAS

Detectar URL con rutas IPFS: La extensión es capaz de detectar y probar solicitudes de rutas IPFS, en cualquier sitio web. Si una ruta es una dirección IPFS valida, esta se redirige para que se cargue desde su puerta de enlace local. La puerta de enlace también cambiará automáticamente a un subdominio para otorgar un origen único para cada sitio web.

Detectar URL habilitadas para DNSLink: IPFS Companion es capaz de detectar información DNSLink en los registros DNS de sitios web. Si un sitio utiliza DNSLink, entonces la extensión redirige la solicitud HTTP a su puerta de enlace local.

Alternar redireccionamientos glabalmente o por sitio: Es posible deshabilitar o volver a habilitar las redirecciones de la puerta de enlace local.

Acceso a las acciones IPFS desde la barra del navegador: Con solo unos clics el usuario puede acceder de manera rápida y sencilla a las acciones de uso frecuente de IPFS en su navegador web preferido. Dentro de las acciones se encuentran:

- Visor de pares conectados.
- Verificador del estado de la puerta de enlace.
- Acceso rápido, mediante arrastre para importar/compartir archivos de manera rápida
- Anclar o desanclar recursos IPFS.
- Copiar enlaces de la puerta de enlace publica, rutas de contenidos IPFS o CID de recursos IPFS.
- Inicio rápido del panel de interfaz de usuario web IPFS con solo un clic.
- Activar o desactivar redirecciones de la puerta de enlace.
- Activar o desactivar todas las funciones IPFS Companion.

3.5.4.2 EJEMPLO DE INSTALACIÓN DE IPFS COMPANION EN NAVEGADOR FIREFOX

Para que el complemento funcione de manera correcta es necesario tener instalado IPFS en su computador, para ello puede instalar IPFS desktop o go-ipfs.

Además, tener instalado el navegador web de su preferencia compatible con IPFS Companion.

- a) Descargar el complemento través de la tienda de complementos del navegador web, en este caso Firefox, seleccionar “agregar a Firefox”.

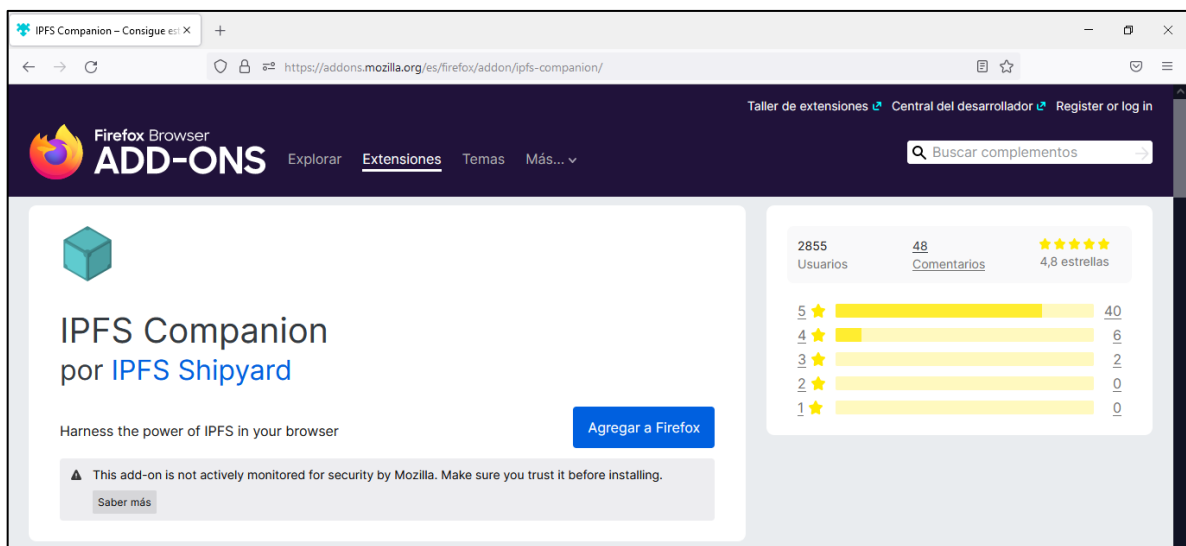


Ilustración 16: Tienda de complementos Firefox

Fuente: Elaboración propia del autor

SISTEMA DISTRIBUIDO DE ALMACENAMIENTO IPFS

b) Añadir el complemento al navegador.

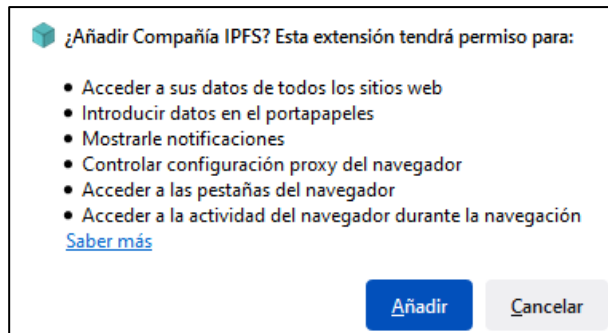


Ilustración 17: Ventana emergente complemento Firefox

Fuente: Elaboración propia del autor

c) Una vez terminada la instalación se agregará un icono del logo IPFS en la esquina superior derecha del navegador, lo que significa que el complemento se agregó de manera correcta y está listo para su funcionamiento.

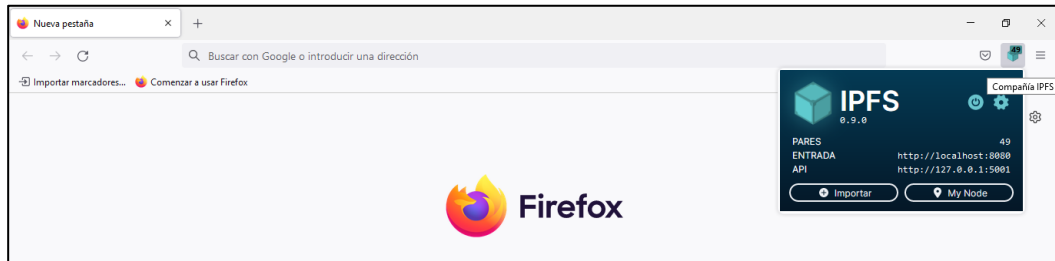


Ilustración 18: Panel de control IPFS en Firefox

Fuente: Elaboración propia del autor



Ilustración 19: Panel de control IPFS

Fuente: Elaboración propia del autor

CAPÍTULO 4: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN

Ya que el problema principal de la Internet actual es la ineficiencia y centralización que conlleva el uso de HTTP y todas las falencias que este conocido protocolo tiene, es de gran relevancia comprobar que IPFS puede cubrir aquellos errores o problemas actuales y, sobre todo, que es un sistema fácil y sencillo de usar.

4. ALOJAR UN SITIO WEB EN LA RED IPFS CON IPFS-DESKTOP

El siguiente proceso consiste en alojar una copia, tipo espejo del sitio web www.ilab.cl en la red IPFS, con la finalidad de tener siempre disponible dicho sitio web.

Descripción del sitio web a alojar	
Sitio web	www.ilab.cl
Versión	V3
Tipo sitio web	Estático
Lenguajes utilizados	HTML + CSS + JavaScript

Ilustración 20: Descripción sitio web
Fuente: Elaboración propia del autor

Cabe mencionar que para este proceso es necesario tener ya instalada la aplicación IPFS-desktop y, además, como es una copia del sitio web se debe tener una carpeta con los archivos HTML, CSS y JS del sitio web.

- a) Agregar la carpeta contenedora con archivos del sitio web, para ello existen tres maneras:
 - I. Desde la aplicación de escritorio: clic en archivos→importar→carpeta y finalmente seleccionar la carpeta.
 - II. Arrastre de archivo: Con la aplicación de IPFS abierta, arrastramos la carpeta hasta la aplicación y esta se añadirá automáticamente.
 - III. Directamente desde la carpeta: clic derecho en la carpeta, se desplegará un menú donde aparece la opción “Add to IPFS”, finalmente seleccionamos esta opción.

SISTEMA DISTRIBUIDO DE ALMACENAMIENTO IPFS

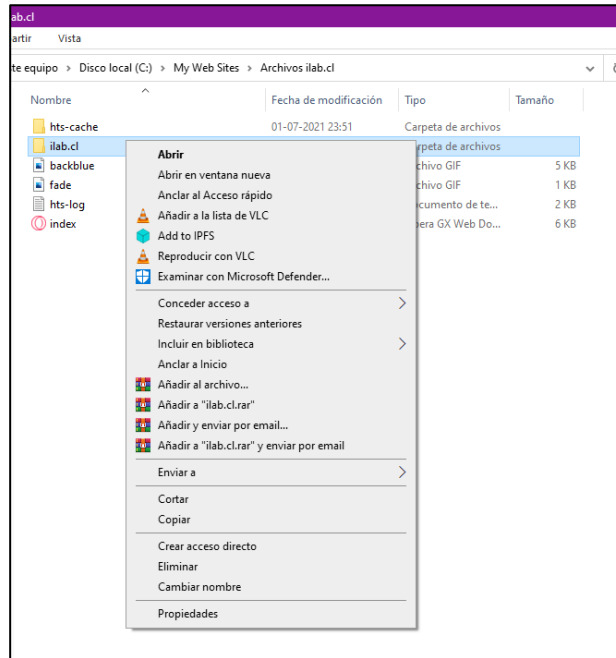


Ilustración 21: Procedimiento "Agregar carpeta a IPFS"

Fuente: Elaboración propia del autor

- b) Una vez subida la carpeta hacer clic en el menú de tres puntos o clic derecho sobre el archivo y seleccione "compartir enlace".

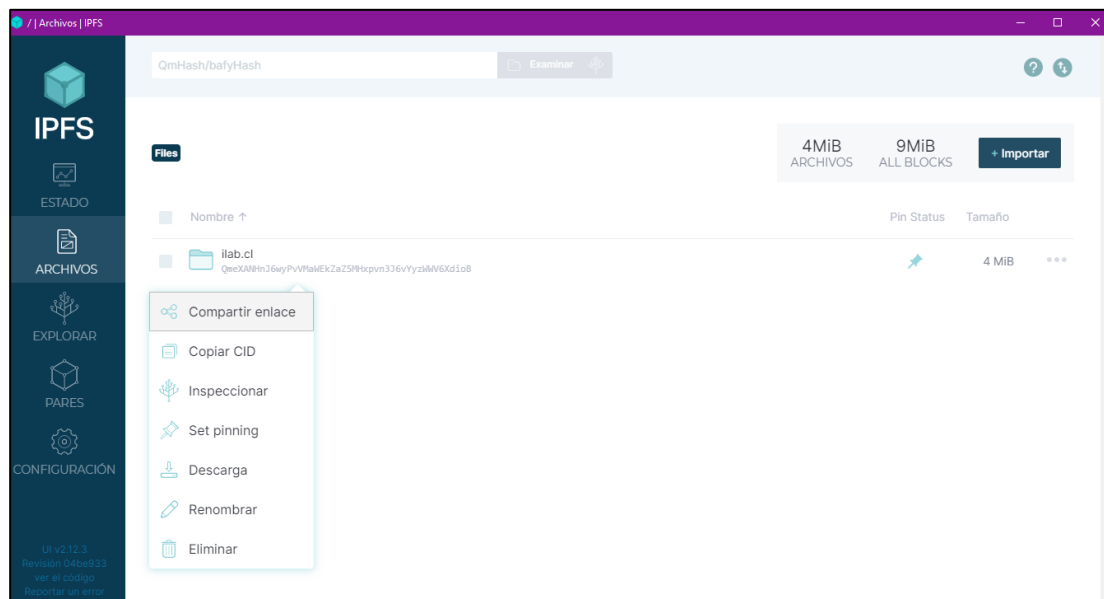


Ilustración 22: Procedimiento para compartir enlace

Fuente: Elaboración propia del auto

SISTEMA DISTRIBUIDO DE ALMACENAMIENTO IPFS

c) Seleccione “copiar” para copiar la URL del archivo a su portapapeles. Esta URL corresponde al hash del sitio web.

La cual es la siguiente:

<https://ipfs.io/ipfs/QmeXANHnJ6wyPvVMaWEkZaZ5MHxpvn3J6vYyzWWV6XdioB>

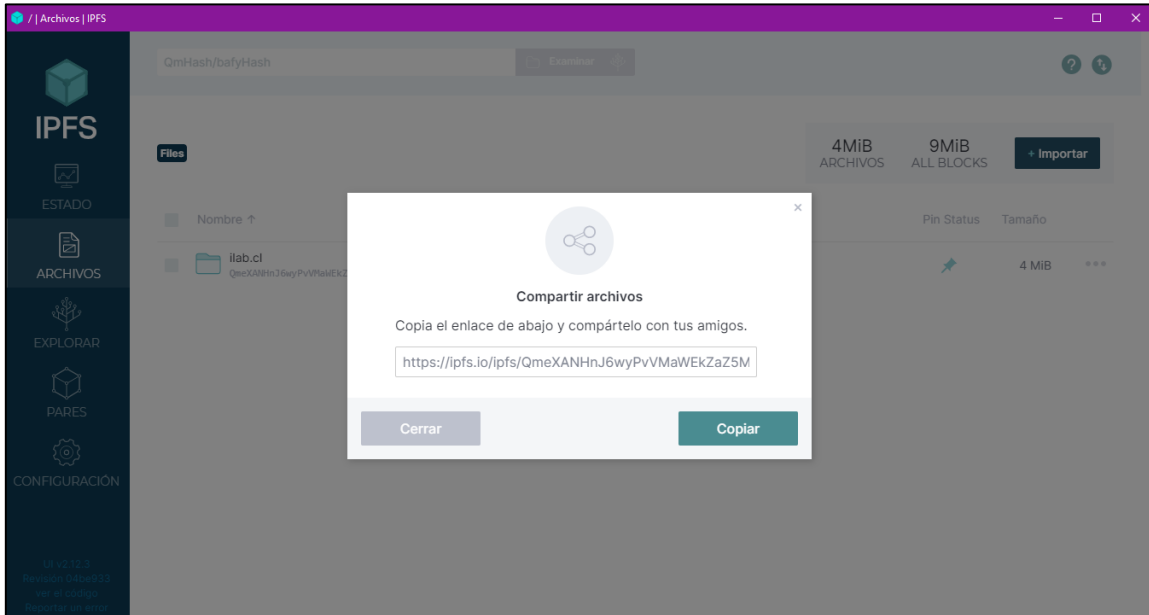


Ilustración 23: Visualización de enlace

Fuente: Elaboración propia del autor

- d) Abrir un navegador web y pegar la URL que acaba de copiar. Se visualizará la página web de iLab ya alojada en IPFS.

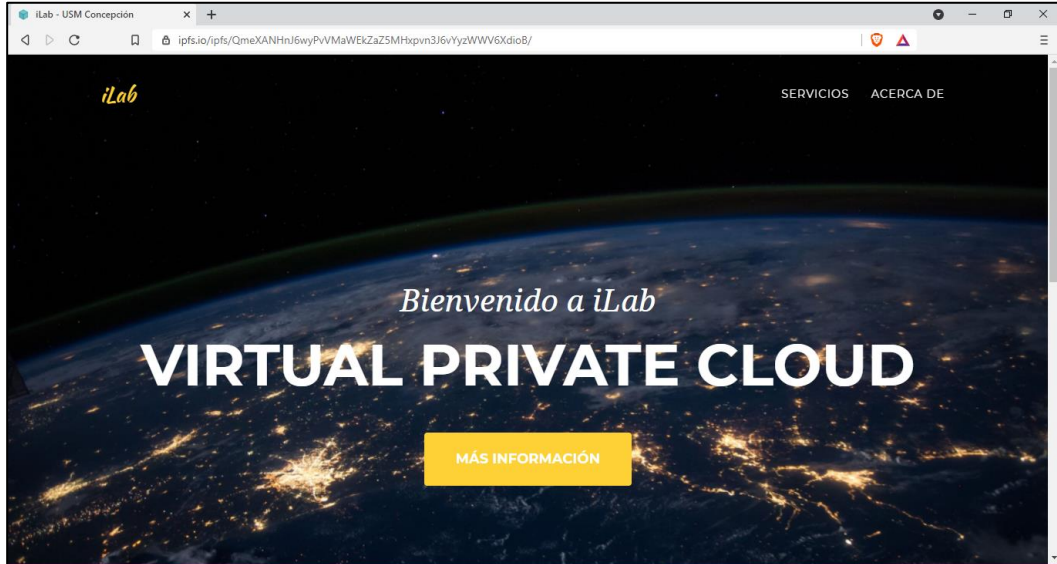


Ilustración 24: Visualización iLab en IPFS
Fuente: Elaboración propia del autor

La página de iLab se logra visualizar correctamente, por lo tanto ya se encuentra dispuesta para ser utilizada.

4.1. VERIFICACIÓN

Para comprobar que la página web funciona y es visible en otros dispositivos y otra red se ingresará a la dirección mediante un celular conectado a su red de datos móvil.

Descripción del dispositivo	
Dispositivo	Smartphone
Modelo	Motorola Moto G6 Plus
Red	Movil Movistar
Tipo de Red	4G

Ilustración 25: Descripción Smartphone
Fuente: Elaboración propia del autor

SISTEMA DISTRIBUIDO DE ALMACENAMIENTO IPFS

La página web de iLab se visualizará al ingresar la URL en el navegador web desde el teléfono móvil.

La URL sigue siendo la misma, por ende esta es:

<https://ipfs.io/ipfs/QmeXANHnJ6wyPvVMaWEkZaZ5MHxpvn3J6vYyzWWV6XdioB>



Ilustración 26: Verificación sitio web iLab en smartphone

Fuente: Elaboración propia del autor

Al ingresar a la URL desde el smartphone el sitio web de iLab alojado en la red IPFS abre sin ningún problema por lo que el resultado de la verificación es exitoso.

4.2. MODIFICACIÓN DE SITIO WEB

Esta prueba consiste en alojar un sitio web básico en la red IPFS, una vez ya alojado entonces se modificará el código HTML del sitio web original con la finalidad de demostrar que este cambio no afecta al HASH ni a la copia del sitio web almacenada en IPFS.

El sitio web de prueba será: <https://hola.pruebasmart.cl>

- Al acceder al sitio web nos muestra la frase “HOLA MUNDO”

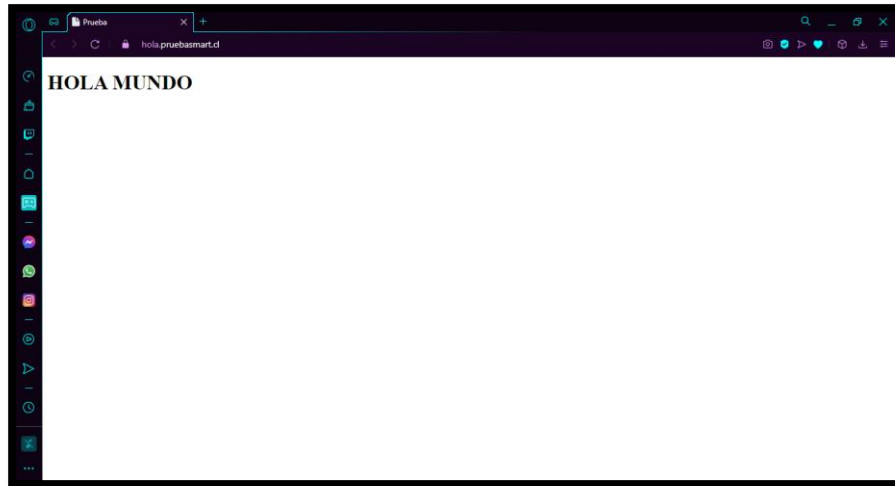


Ilustración 27: Sitio web de prueba
Fuente: Elaboración propia del autor

SISTEMA DISTRIBUIDO DE ALMACENAMIENTO IPFS

- Luego, lo *subimos* a la red IPFS por medio de IPFS-Desktop siguiendo los pasos mencionados en el punto 4.

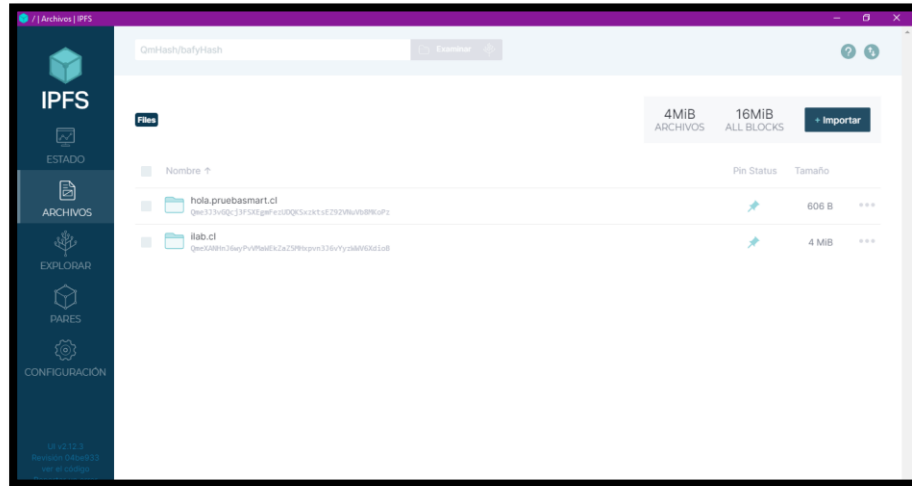


Ilustración 28: Sitio web de prueba alojado en IPFS

Fuente: Elaboración propia del autor

- La URL de la copia tipo espejo del sitio web <https://hola.pruebasmart.cl> es: <https://ipfs.io/ipfs/Qme3J3vGQcj3FSXEgmFezUDQKSxzksEZ92VNuVb8MKoPz>
- Al ingresar a la URL la pagina abre sin problemas, tanto en una red wifi como en la red móvil del celular.
- A continuación, se muestra el sitio web en el navegador web de un notebook conectado a la red mediante Ethernet¹.

Ethernet es la tecnología tradicional para conectar dispositivos en una red de área local (LAN) o una red de área amplia (WAN) por cable

SISTEMA DISTRIBUIDO DE ALMACENAMIENTO IPFS

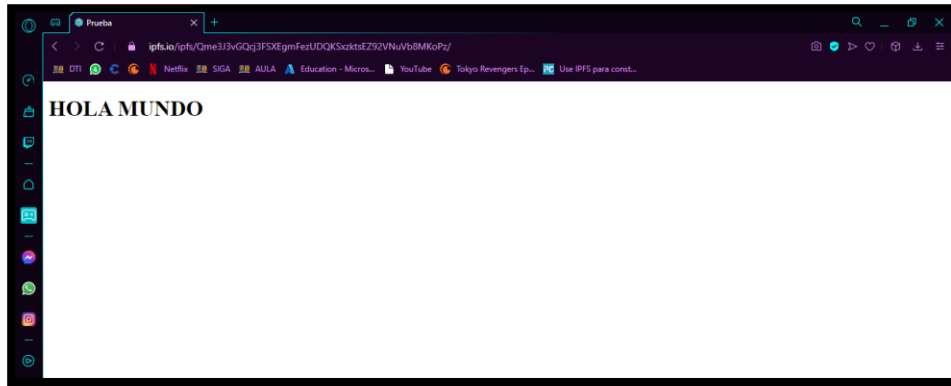


Ilustración 29: Visualización de sitio web de prueba en la red IPFS
Fuente: Elaboración propia del autor

- A continuación, se muestra el sitio web de prueba en el navegador web de un smartphone.



Ilustración 30: Visualización sitio web de prueba en smartphone
Fuente: Elaboración propia del autor

SISTEMA DISTRIBUIDO DE ALMACENAMIENTO IPFS

- El siguiente paso será modificar la página web original y cambiar el mensaje a mostrar por “ADIOS MUNDO”.
- Una vez modificado, al ingresar a la página web <https://hola.pruebasmart.cl> ya es posible visualizar el mensaje modificado.

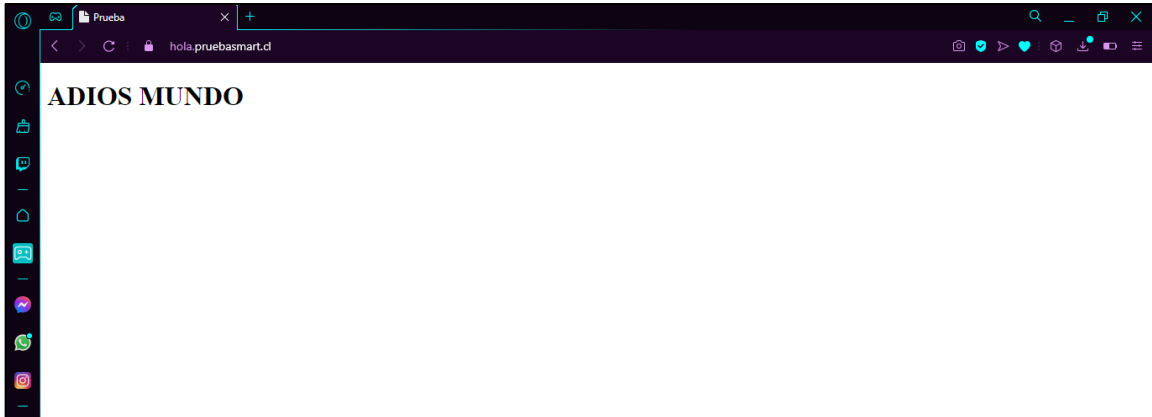


Ilustración 31: Visualización de página web de prueba modificada

Fuente: Elaboración propia del autor

- Para comprobar que el cambio realizado anteriormente no afecta a la copia alojada en IPFS ingresamos nuevamente a la URL <https://ipfs.io/ipfs/Qme3J3vGQcj3FSXEgmFezUDQKSxztsEZ92VNuVb8MKoPz> la cual es con exactitud la misma mencionada anteriormente.

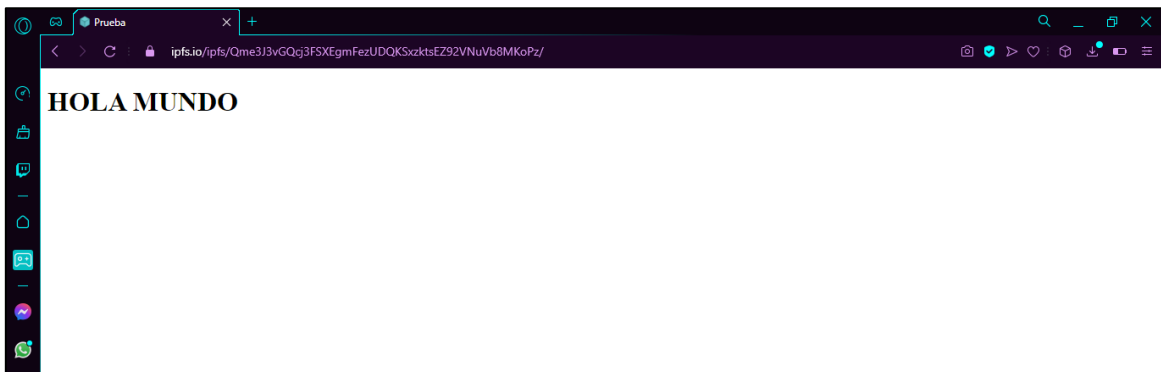


Ilustración 32: Visualización de página web alojada en IPFS

Fuente: Elaboración propia del autor

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES

IPFS es un avanzado sistema de archivos P2P creado, fundamentalmente, para cambiar la forma en que se comunican las redes de personas y computadoras. La internet actual es controlada por grandes entidades que en muchas ocasiones mal manipulan nuestra información para su propio beneficio. La idea original en los inicios de la Internet de crear una red descentralizada fue sabotada por dichas entidades lo que trajo como consecuencia la dependencia a servidores web y la casi nula libertad de expresión, entre otros. IPFS se basa en la posesión y participación, por lo que los usuarios poseen los archivos y participan en ponerlos a disposición de otros usuarios si ellos desean, lo que significa que los mismos usuarios son los que tienen el control.

La descentralización de la internet es fundamental ya que sería una red más resistente que la actual, los servidores web tienen muchos puntos de falla, como por ejemplo el exceso de solicitudes en una página web podría inhabilitarla, o un simple incendio en el centro de servidores podría hacer que la información desapareciera para siempre si esta no tiene un respaldo.

IPFS busca la información mediante el direccionamiento por contenido, es decir, cada vez que un usuario necesita un archivo, IPFS busca el Hash de ese contenido, preguntándole a todos los nodos ¿Quién tiene este contenido?

Es posible determinar, dos puntos claves, primero las ventajas de usar un sistema descentralizado para almacenar información debido a sus características de trabajo y haciendo posible la descargar de archivos desde muchas ubicaciones que no son administradas por una organización. Dentro de las ventajas destaca que IPFS es capaz de cubrir las falencias que tiene el protocolo de internet HTTP tales como: la permanencia de información en la red, la disponibilidad de la información, los elevados costos del uso de servidores, la limitación de la red centralizada, la volatilidad de la información por exceso de solicitudes y que IPFS elimina archivos duplicados con el mismo valor hash a través de la red, mediante el cálculo, se puede determinar qué archivos son redundantes y duplicados por lo que el uso de almacenamiento en la red es menor. Y segundo, en base al estado y uso de la internet actual y el estado de desarrollo de IPFS, el Sistema de Archivos Interplanetario resulta ser un excelente complemento para HTTP ya que por ser un proyecto nuevo IPFS aun está en desarrollo y además, aun no se ha masificado, por lo que es de suma importancia que este sistema se masifique y así implementar nuevos proyectos y generalizar su uso ya que IPFS es un proyecto muy prometedor que podría conducir a un verdadero internet descentralizado.

RECOMENDACIONES

El sistema distribuido de archivos interplanetario es una buena opción para los sistemas informáticos de instituciones que manejen una gran cantidad de datos y equipos, como son las universidades, institutos o empresas.

La Universidad Técnica Federico Santa María posee una gran cantidad de computadores y servidores los cuales manejan una gran cantidad de información. Un problema habitual, el cual como estudiante de dicha universidad me tocó vivir en ciertas ocasiones es el colapso y caída del Aula virtual. Sería una buena opción y muy considerada para los futuros estudiantes el alojar una copia tipo espejo de los sitios web de la Universidad, o al menos de los materiales de estudio, para así tener la información y los recursos alojados en ella siempre disponibles para los estudiantes y asimismo aprovechar los múltiples beneficios que ofrece IPFS.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS EN NORMA APA:

- Benet J. IPFS – Content Addressed, Versioned, P2P File System. Fecha consulta: 19:14, 15 Abril, 2021 recuperado de <https://ipfs.io/ipfs/QmR7GSQM93Cx5eAg6a6yRzNde1FQv7uL6X1o4k7zrJa3LX/ipfs.draft3.pdf>
- IPFS, (2021, 14 Abril) IPFS, is the Distributed Web. Fecha de consulta: 18:45, 14 Abril, 2021 recuperado de <https://ipfs.io>
- Sistema de archivos interplanetario, (2021, 10 Abril) Wikipedia, La enciclopedia libre. Fecha de consulta: 18:10, 3 Abril, 2021 recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_archivos_interplanetario
- Protocolo de transferencia de hipertexto, (2021, 11 Mayo) Wikipedia, La enciclopedia libre. Fecha de consulta: 11:21, 15 Mayo, 2021 recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo_de_transferencia_de_hipertexto
- HTML, (2021, 9 Mayo) Wikipedia, La enciclopedia libre. Fecha de consulta: 11:46, 15 Mayo, 2021 recuperado de <https://es.wikipedia.org/wiki/HTML>
- Luján, S. (2001). Programación en Internet: Clientes Web (1ª edición). Libro gratuito pdf: Editorial Club Universitario.
- IPFS: el protocolo de almacenamiento descentralizado que sustituiría a los HTTP, (2021, 25 Abril) Criptonoticias. Fecha de consulta: 15:17, 16 Mayo, 2021 recuperado de <https://www.criptonoticias.com/tecnologia/ipfs-protocolo-almacenamiento-descentralizado-sustituiria-http>
- Direccion IP (2021, 18 Mayo) Wikipedia, La enciclopedia libre. Fecha de consulta: 19:16, 20 Mayo, 2021 recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Dirección_IP
- IPFS: cómo funciona esta red y cómo podemos compartir archivos por ella. (2018, 8 Octubre) Redeszone Fecha de consulta: 08:13, 21 Mayo, 2021 recuperado de <https://www.redeszone.net/2018/10/08/ipfs-red-compartir-archivos/>
- Cadena de bloques. (2021, 15 de julio). Wikipedia, La enciclopedia libre. Fecha de consulta: 21:43, julio 26, 2021 recuperado de https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Cadena_de_bloques&oldid=13703431
1.

SISTEMA DISTRIBUIDO DE ALMACENAMIENTO IPFS

- Ancho de banda. (2020, 20 de noviembre). Wikipedia, La enciclopedia libre. Fecha de consulta: 22:15, julio 26, 2021 recuperado de <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Ancho de banda&oldid=131070420>.